RESISTOR المقاومة



من أهم وأكثر القطع الإليكترونية شيوعاً واستخداماً ، وتستخدم للتحكم في فرق الجهد (الفولت)- كمقسم جهد ، وشدة التيار (الأمبير)- كمقسم تيار ، و تقاس المقاومة بوحدة الأوم Ohm ، وترمز بالرمز R .

1 Ohm	1 Ω
1000 Ohms = 1 K Ohm	1 K Ω
1000000 Ohms = 1 M Ohm	1 M Ω

وتختلف نوعيتها على حسب كيفية صنعها، والمواد المركبة منها ، وأهم أنواع المقاومات هي:

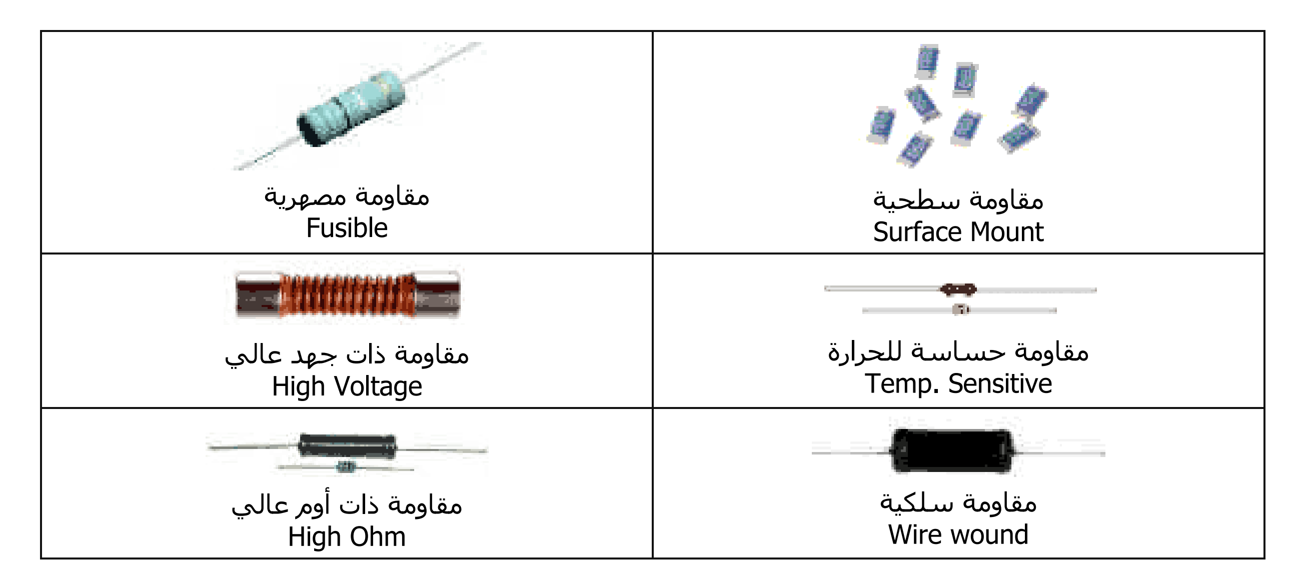


١- المقاومة الثابتة.
٢- المقاومة المتغيرة.
٣- المقاومة الضوئية.
٤- المقاومة الحرارية.

أولاً : المقاومة الثابتة R :

تتميز هذه المقاومات بثبات قيمتها وتختلف في استخدامها على حسب قدرتها في تمرير التيار الكهربائي فهناك مقاومات ذات أحجام كبيرة تستخدم في التيارات الكبيرة وأخرى صغيرة للتيارات الصغيرة.

مقاومة مغطاة بألمنيوم Aluminum Housed	مقاومة(وصلة) صفرية Jumper (Zero Ohm)
مقاومة كربونية Carbon Comp	مقاومة ذات أوم منخفض Low Ohm
مقاومة سيراميكية Ceramic Encased	مقاومة شبكية Network
مقاومة فلمية Film	مقاومة فلمية ذات جهد عالي Power Film
مقاومة غطائية	مقاومة خاصة



مقاومة سطحية Surface Mount	مقاومة مصهرية Fusible
مقاومة حساسة للحرارة Temp. Sensitive	مقاومة ذات جهد عالي High Voltage
مقاومة سلكية Wire wound	مقاومة ذات أوم عالي High Ohm

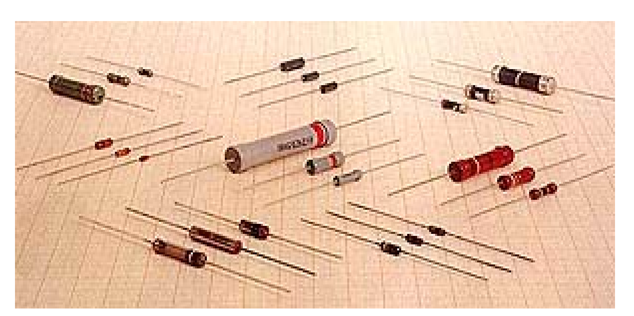


Fig. 1.1a: Some low-power resistors



Fig. 1.1b: High-power resistors and rheostats

ثانياً :المقاومة المتغيرة:(Potentiometer or Variable Resistor VR) :

هي مقاومة يمكن تغيير قيمتها حيث تتراوح قيمتها بين الصفر وأقصى قيمة لها .
فمثلا : عندما تقول أن قيمة المقاومة 10KΩ ، يعني أن قيمة المقاومة تتراوح بين الصفر أوم وتزداد بالتدريج يدويا حتى تصل قيمتها العظمى 10KΩ (0-10KΩ) ، ويمكن تثبيتها على قيمة معينة .
ويمكن مشاهدة المقاومة المتغيرة في كافة الأجهزة الصوتية، فعندما نريد رفع صوت الجهاز "الراديو" أو نخفضه فإننا نغير في قيمة المقاومة المتغيرة ، فعندما تصل قيمة المقاومة أقصاها فإن الصوت ينخفض إلى أقل شدة والعكس عند رفع الصوت .
هناك عدة أنواع من المقاومات المتغيرة نذكر منها:

المقاومة المتغيرة الدورانية	
المقاومة المتغيرة الخطية	
المقاومة المتغيرة المستخدمة الدائرية في الألواح الاليكترونية	

1
2
3

قراءة قيمة المقاومة :

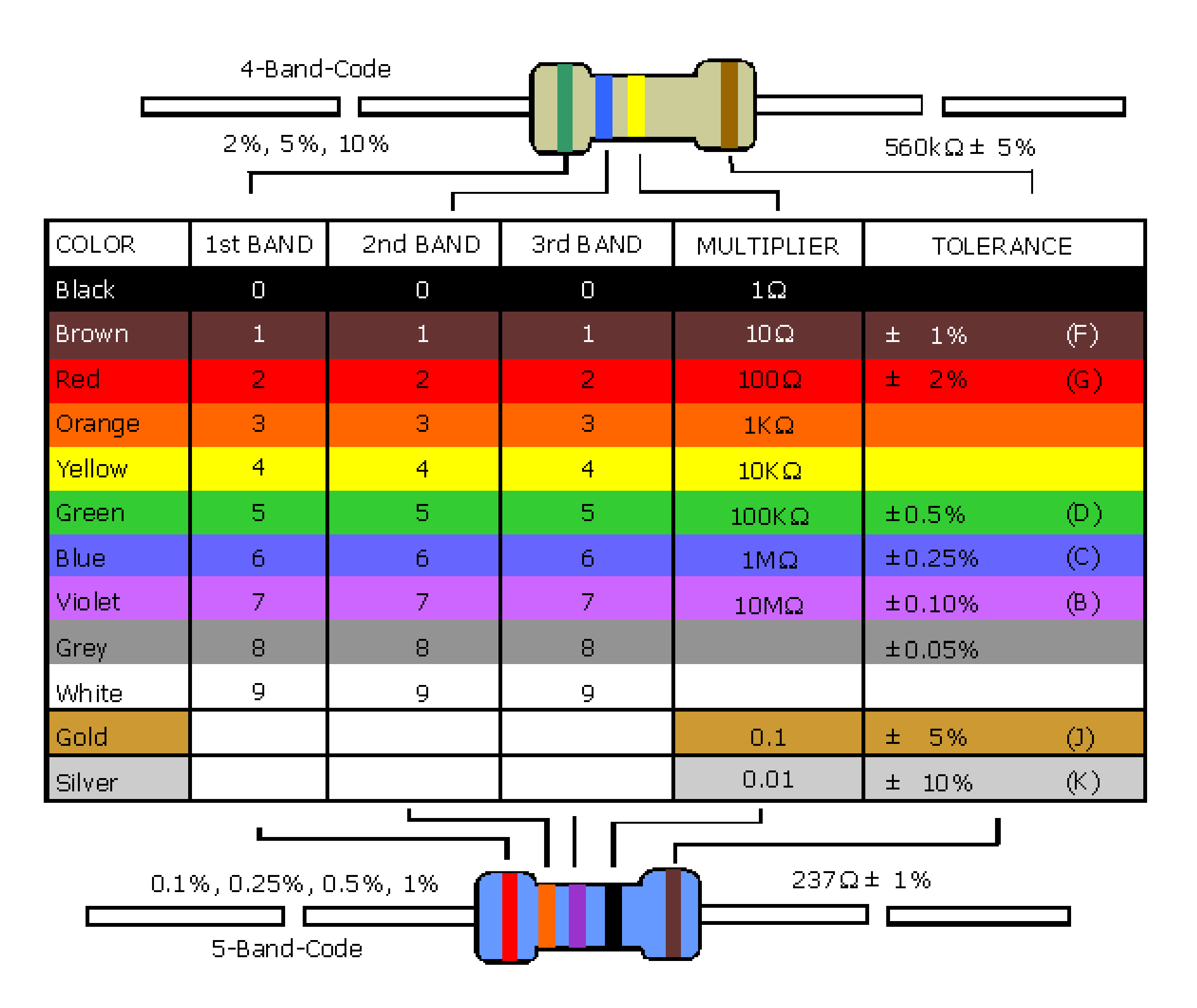
الطوق الأول
الطوق الثالث (الضرب)
الطوق الثاني
طوق نسبة التفاوت (الخطأ)

يوجد على المقاومة أطواق ملونة لمعرفة قيمتها.
ولمعرفة قيمة المقاومة أنظر إلى الطوق الذهبي أو الفضي "وهو الطوق الذي يحدد نسبة التفاوت أو الخطأ في المقاومة "، واجعل الطوق الذهبي أو الفضي على يمينك وأبدا القراءة من اليسار إلي اليمين" .
هناك بعض المقاومات ليس لها طوق ذهبي أو فضي فبدأ القراءة من الطوق الأقرب لأي طرف من السلك ".

example
1 2 3 4
(tol)
1.

مثلاً: مقاومة لونها بني اسود بني :
أبدأ من اليسار إلى اليمين ، أنظر للطوق الأول وحدد لونه وأكتب رقمه على حسب الجدول الموضوع ، اللون بني ويساوي ١ ، ثم أنظر للطوق الثاني وحدد لونه وأكتب رقمه على حسب الجدول الموضوع ، اللون أسود ويساوي صفر ، ثم أنظر للطوق الثالث والأخير وحدد لونه وأكتب رقمه عدد أصفار على حسب الجدول الموضوع ، اللون بني ويساوي ١ ، فتصبح قيمة المقاومة ١٠٠ ohms ، ونلاحظ اللون الرابع الذي هو ذهبي يحدد نسبة التفاوت والتي هي حسب الجدول ١٠% .

الجدول التالي يوضح الألوان المستخدمة لتعريف المقاومات وقيمها ..



COLOR	1st BAND	2nd BAND	3rd BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
Black	0	0	0	1Ω	
Brown	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
Red	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
Orange	3	3	3	1KΩ	
Yellow	4	4	4	10KΩ	
Green	5	5	5	100KΩ	±0.5% (D)
Blue	6	6	6	1MΩ	±0.25% (C)
Violet	7	7	7	10MΩ	±0.10% (B)
Grey	8	8	8		±0.05%
White	9	9	9		
Gold				0.1	± 5% (J)
Silver				0.01	± 10% (K)

عادة الترميز بخمسة أحزمة لونية يستخدم في المقاومات ذات الدقة ±١% و ±٢%. النموذج الأكثر توفراً هو ±٥% يأتي عادة بأربعة أحزمة لونية.

في حال المقاومات بخمسة أطواق : الأمر مماثل تماماً للحالة السابقة ولكن اللون الأول والثاني والثالث أرقام أما اللون الرابع فهو عدد الأصفار والخامس كما سبق نسبة التفاوت .

ملاحظة: المصانع لا تضع قيمة المقاومة كالقيمة الفعلية بالضبط ، لكن هناك نسبة خطأ أو تفاوت في الخطأ Tolerance .

لذلك وضعت المصانع الطوق الأخير "الذهبي أو الفضي" لمعرفة دقة المقاومة، وهي ببساطة تقاس على حسب لون الطوق ، فاللون الذهبي يعني أنه هناك نسبة خطأ قدره ٥% والفضي ١٠% و٢٠% للمقاومة من غير طوق أخير .

ملاحظة: بعض المقاومات تكتب عليها قيمتها كتابةً .

مثال: احسب قيمة المقاومة بني اسود برتقالي ذهبي مع نسبة خطأها ؟
المقاومة تكون نسبة خطأها ٥% لأن اللون الرابع هو ذهبي وقيمتها مابين:
٩٥٠ ohm إلى ١٠٥٠ ohm .
وإذا المقاومة كانت ذات طوق فضي تكون نسبة خطأها ١٠% وقيمتها مابين:
٩٠٠ ohm إلى ١١٠٠ ohm .
وإذا المقاومة كانت بدون طوق تكون نسبة خطأها ٢٠% وقيمتها مابين:
٨٠٠ ohm إلى ١٢٠٠ ohm .

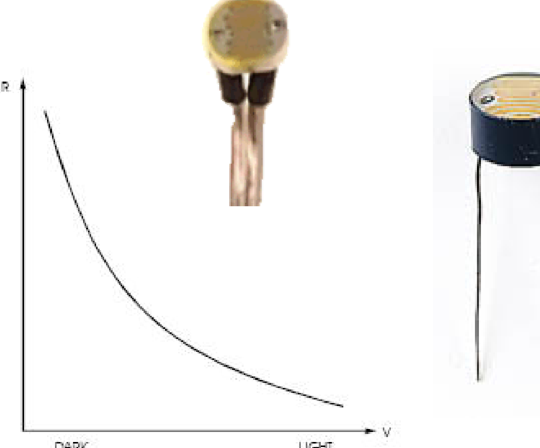
أنواع المقاومات:

١. **المقاومات الثابتة (كربونية – سلكية):** وهي المقاومة التي لها قيمة ثابتة لا تتغير ، وتكون هذه القيمة مكتوبة عليها بشكل مباشر (أرقام) أو غير مباشر (ألوان) .
٢. **المقاومات الكربونية :** وتكون المادة الناقلة فيها مصنوعة من الكربون ، ويكون لها قيم أومية كبيرة ولكن استطاعتا صغيرة .
٣. **المقاومات السلكية :** وتكون المادة الناقلة فيها سلك يكون ملفوف على جسم المقاومة عدد معين من اللفات حسب قيمة المقاومة ويجب أن يكون هناك مسافة بين كل لفة ، ويكون لها قيم أومية صغيرة نوعا ما ، ولكن الاستطاعة تكون كبيرة .
٤. **المقاومات المتغيرة:** تتغير قيمة هذه المقاومة ميكانيكيا بواسطة وصلة متحركة (منزلقة) أو ضوئياً (ضوئية) أو حراريا (حرارية) .

٥. المقاومة الضوئية (LDR):

وهي تقوم على تحويل الضوء إلى مقاومة ..
تصنع هذه المقاومات من سلفيد الكاديوم (CDS)
تنخفض قيمتها الأومية عند ازدياد شدة الإضاءة ، وتزداد قيمتها عند انخفاض الضوء ..
تصل قيمتها الأعظمية في الظلام إلى (2M ohm) ..
وفي الضوء الشديد الناصع تصل قيمتها إلى (100 ohm)..
وتعتبر المقاومة الضوئية حساسة جداً للنور وسهلة الإسخدام .

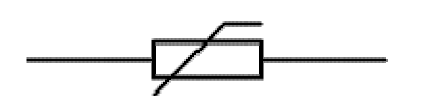




٦. الثار مستور (Thermistor) :

وهو عنصر إلكتروني يحول الحرارة إلى مقاومة تتغير قيمتها طبقاً لدرجة الحرارة المحيطة..
مقاومة هذا العنصر تنقص بازدياد درجة الحرارة ..
تحدد القراءات التالية التجريبية مقاومة العنصر عند درجات الحرارة:

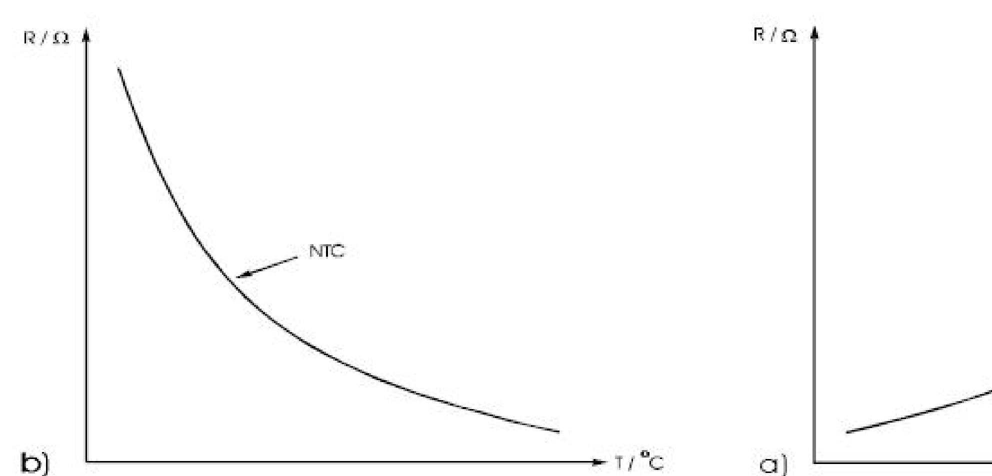
- في الماء المتجمد (٠C°) تكون المقاومة عالية (12K ohm)..
- في درجة حرارة الغرفة (25C°) تكون المقاومة (5K ohm)..
- في الماء المغلي (100C°) تصبح المقاومة (400 ohm)..

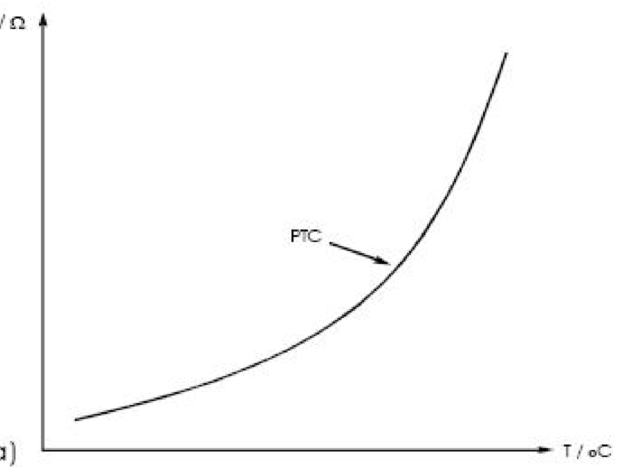


٧. **المقاومة الحرارية الموجبة (PTC) [Positive Temperature Coefficient Thermistor]:** تزداد قيمتها الأومية عند أرتفع درجة الحرارة ، وتختلف قيم هذه المقاومة بحسب نوعها .

٨. **المقاومة الحرارية الموجبة (NTC) [Negative Temperature Coefficient Thermistor]:** تنقص قيمتها الأومية عند أرتفع درجة الحرارة ، وتختلف قيم هذه المقاومة بحسب نوعها .

٩. **CTR [Critical Temperature Resister Thermistor]** : تنقص قيمة المقاومة فجأة عندما درجة الحرارة ترتفع فوق نقطة معيّنة.





إن العلاقة بين درجة الحرارة وقيمة مقاومة نوع NTC يمكن أن يحسبا باستعمال الصيغة التالية:

$$R = R_0 \cdot \exp^{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)}$$

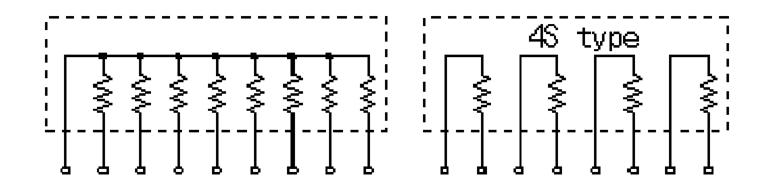
R : The resistance value at the temperature T
T : The temperature [K]
R_0 : The resistance value at the reference temperature T_0
T_0 : The reference temperature [K]
B : The coefficient

وذلك من أجل حرجة حرارة قياسية مستعملة 25°C .

١٠. **المقاومة الشبكية** : هذا النوع من المقاومات تكون متوضعة في غلاف واحد أسود اللون بأرجل عمودية وتكون المقاومات موصولة من نهاياتها بنقطة واحدة مشتركة وبداياتها حرة ، وتتوفر بسبع مقاومات وثمانية وأربعة كما في الأشكال ، وفي بعض الأنواع تكون عبارة عن عدد من المقاومات في غلاف دارة متكاملة وتكون حرة البداية والنهاية .



تستخدم هذه المقاومات الشبكية لتستغل مساحة أصغر على الدارة في دارات قيادة اللدات وأيضاً كمقاومات رفع ..



١١. **مقاومة الكمون المتغير (VDR) الفايرستور** : وهو عنصر يغير قيمته طبقاً للجهد المطبق على طرفيه حيث أنه تنقص قيمة هذه المقاومة كلما ازداد فرق الكمون المطبق على طرفيها ، كما أن القطبية غير مهمة بالنسبة إلى هذا العنصر ..

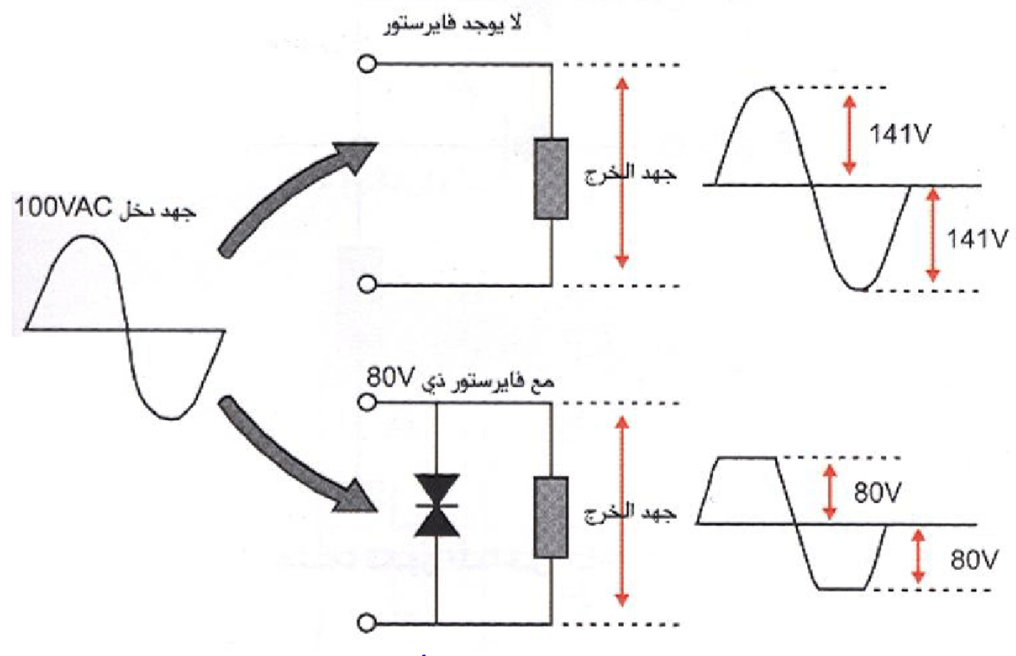

الرمز الإلكتروني

استخدام المقاومة VDR في حماية عناصر الدارات الكهربائية ..

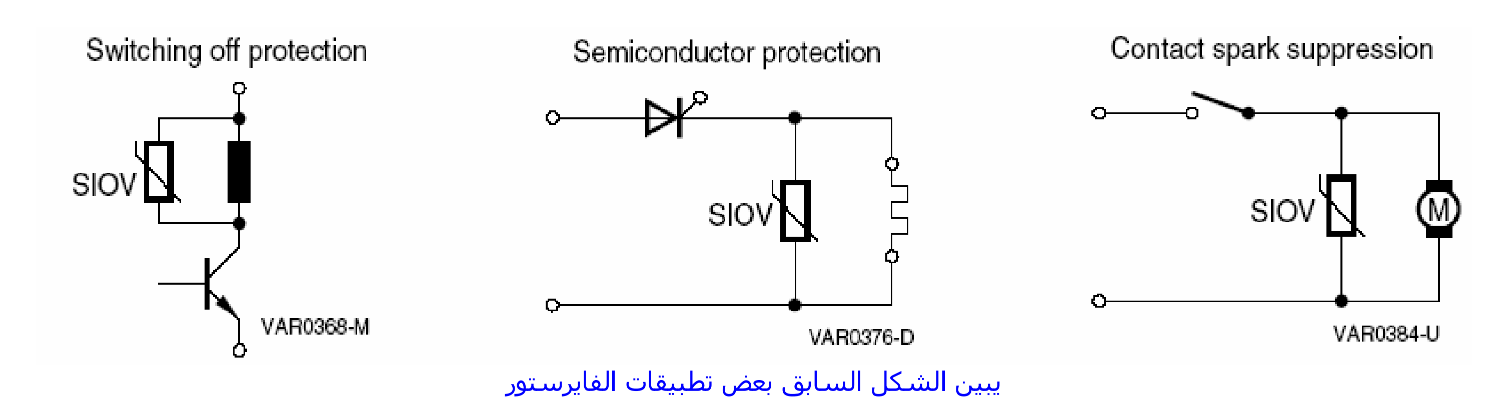
الشكل السابق يبين المنحني المميز للفايرستور في الاتجاهين ..
نلاحظ من الشكل: أنه عند عتبة معينة للجهد فإن التيار يزداد بشكل كبير ، وقبل ذلك يكون الجهد مستقراً وثابتاً ..

الأشكال المختلفة للعلامات المطبوعة للفايرستور

يستخدم الفايرستور في الدارات للحماية من ارتفاع الجهد فوق عتبة معينة في دارات التيار المتناوب والمستمر وهو يوصل دائماً على التوازي مع العناصر والأحمال المراد حمايتها ..



الشكل السابق يبين توصيل الفايرستور مع الحمل من أجل الحد من مستوى التيار المتناوب ..



يبين الشكل السابق بعض تطبيقات الفايرستور

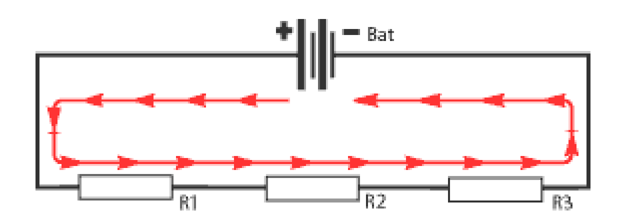
الشكل الأول : حماية المحرك من خطر زيادة الجهد على طرفيه .
الشكل الثاني : حماية وشيعة سخان حراري من ارتفاع مستوى الجهد وبالتالي اختلاف المعامل الحراري .
الشكل الثالث : حماية الترانزستور من الحقل الكهربائي المخزن في ملف الريليه الذي سوف يفرغ في الترانزستور بعد إغلاقه .

هذا في الدارات البسيطة ...
الفايرستور يستخدم بشكل كبير في التطبيقات الصناعية التي تعمل على جهود عالية تصل حتى 2KV وتيارات عالية تصل حتى 1000A .

الشكل التالي يبين توصيل الفايرستور مع منظومة تحكم كاملة (لاحظ الفايرستور في كل جزء منها) ..

Safety package protection
Comfort package protection
- Wipers
- Distance alarm
- Tire pressure alarm
- Automatic track control
- Automatic lighting adjustment
- 12-V/42-V supply systems
- Automatic parking brake
- etc.
Anti-lock breaking system
M
Control module
Airbag
Control module
- Rear mirror
- Sun roof
- Seat heater
- Radio/Phone
- GPS
- Air conditioning control
- Outside mirrors
- Convertible top
- Level control
- Central locking
- etc.
Power window
M
Control module
Memory seat system
M
Control module
CAN Bus
Battery
3-phase alternator
GS
Regulator
Relay
Ultra-Cap
M
Starter
Relay
Ignition coil
Spark plugs
Distributor
Ignition module
Light
Relay
Electric power source
Power source protection
Integrated starter generator
Motor management
Lighting
CAN Bus protection
VAR0544-E-E

توصيل المقاومة على التوالي والتوازي :



الوصل على التسلسل :

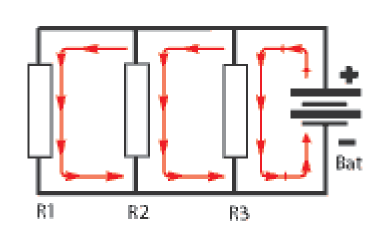
توصـل نهايـة كـل مقاومـة مـع بدايـة المقاومـة الثانيـة بمعنى أن التيار يمر باتجاه واحد.

المقاومة: تكون قيمة المقاومة كليه هي مجموع قيم المقاومات Rt=rR1+R2+R3.

التيار: قيمة التيار متساوية في أي نقطة. وعن طريـق قـانون أوم نـستطيع الحـصول علـي قيمـة التيـار المـار فـي الدارة .

الجهد: تفقد من جهدها على حسب قيمة المقاومات، وتكون قيمتها الكلية هي مجموع قيم الجهد المفقودة ، وتختلف قيمتها على حسب قيمة المقاومات .

الوصل على التوازي:



أي أن المقاومة توازي المقاومة التالية حتـى يوصـل طرفيهـا لمـصدر الجهـد بمعنى أن التيار يمر في اتجاهين أو أكثر بقدر عدد الممرات في الدائرة .

المقاومة: تكون قيمة المقاومة كليه هي Rt=1/R1+1/R2+1/R3/١ .

التيار: ينقسم التيار الكهربائي على حسب الممرات الموجودة .

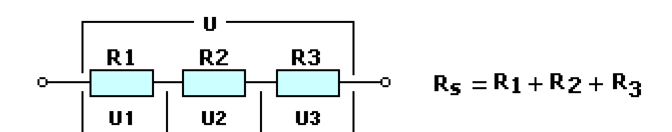
الجهد: يكون فرق الجهد ثابت في كل أطراف الدارة .

العلاقات التالية توضح قوانين المقاومة في حالات وصلها :

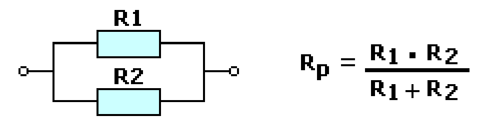
$$R = \frac{V}{I}$$

Ohm's Law R is Resistance, V is Volt, I is Current

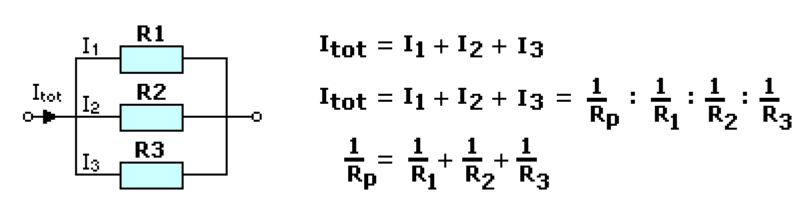
$$R = \rho \frac{l}{A} \qquad (\rho = \frac{1}{4}\pi d^2) \qquad \rho \text{ is called 'Rho'}$$



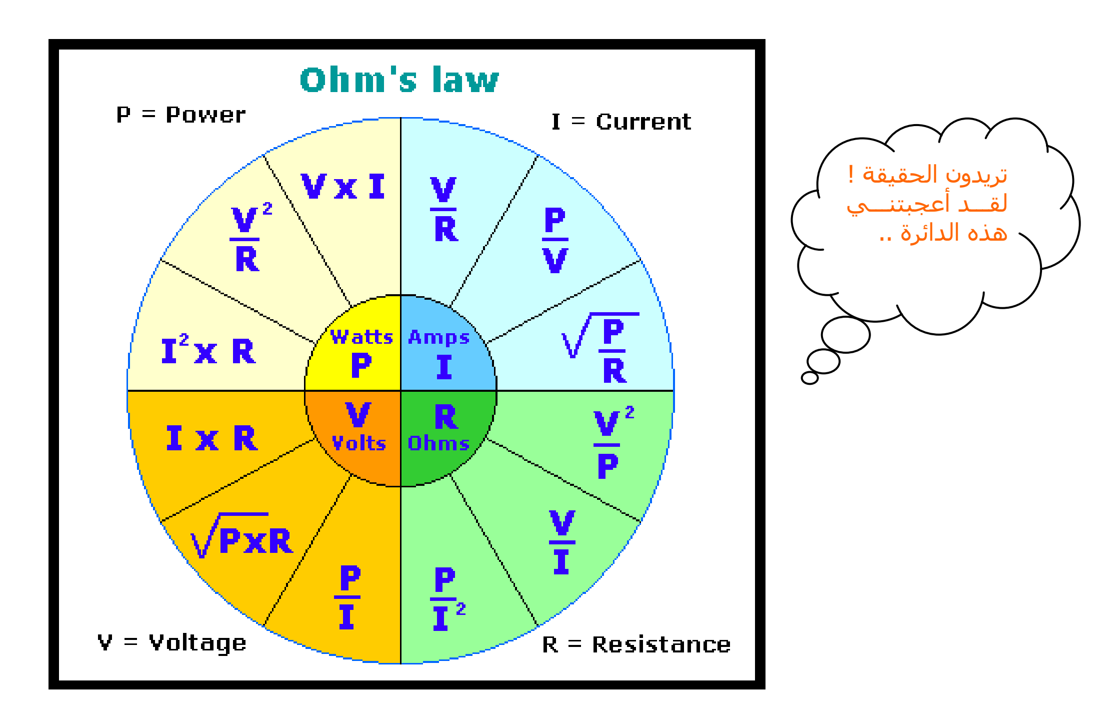
Resistors in series; just count them up!



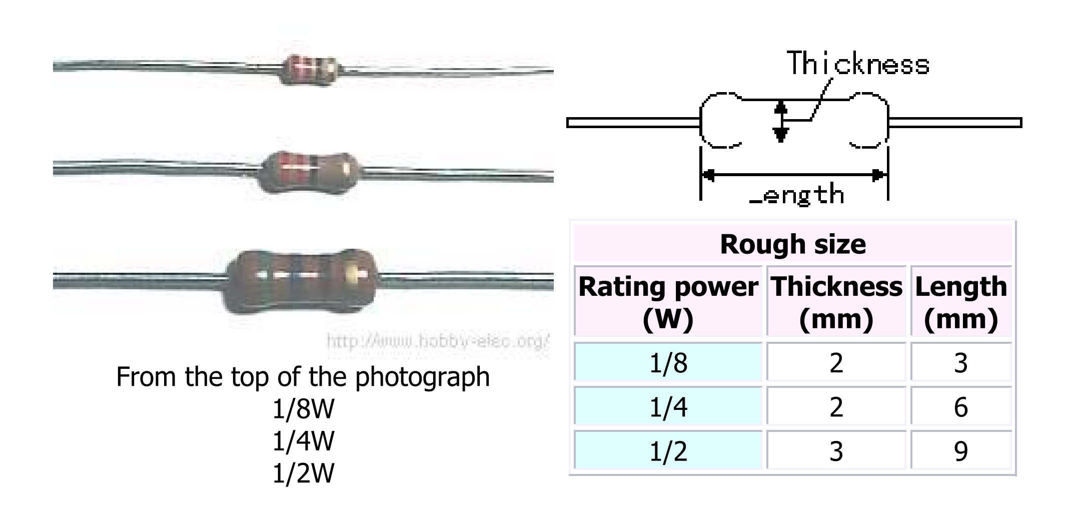
Two resistors in parallel



Multiple resistors in parallel



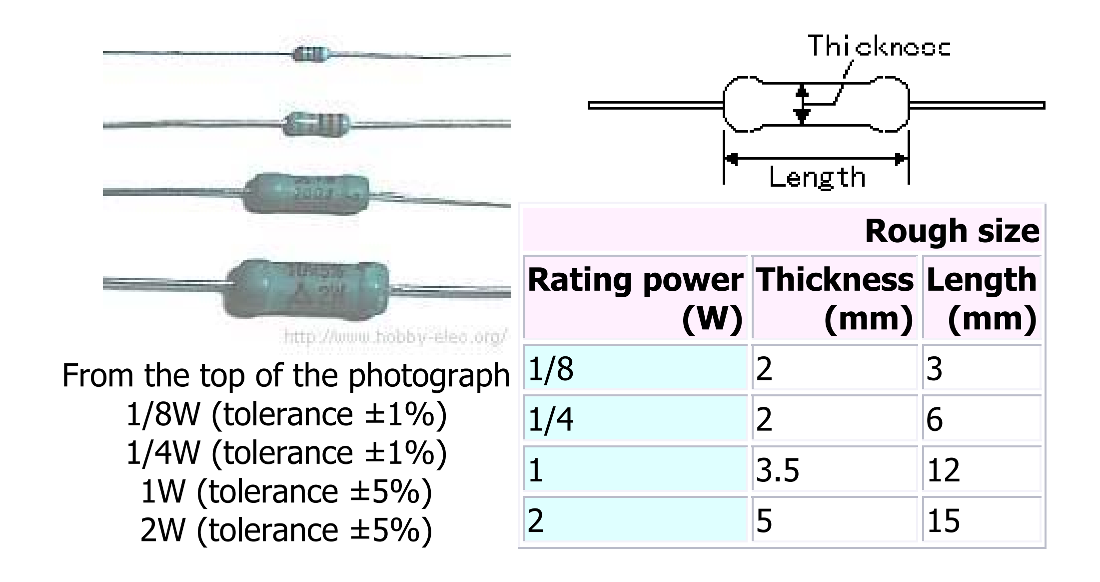
غالباً من يعمل في رسم وطباعة الدارات الإلكترونية ، فإنه يتساءل عن أبعاد المقاومة التي استطاعتها كذا !!؟ لذا إليكم الشكل التالي :



From the top of the photograph
1/8W
1/4W
1/2W

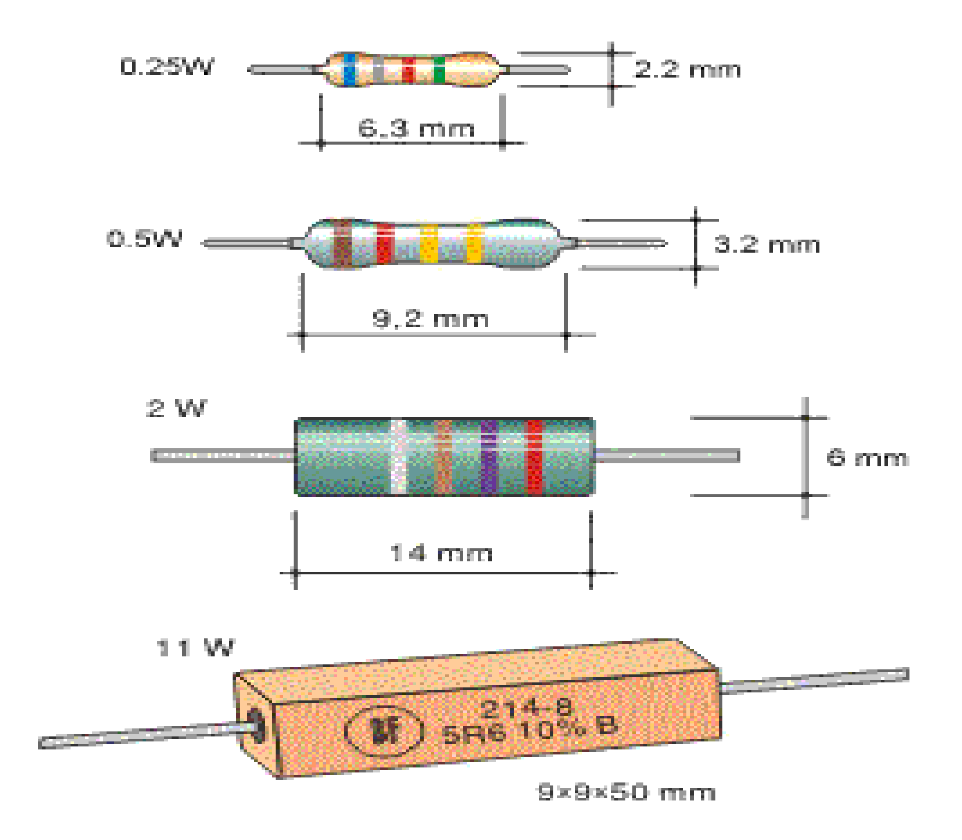
Rough size		
Rating power (W)	Thickness (mm)	Length (mm)
1/8	2	3
1/4	2	6
1/2	3	9

أما بالنسبة للمقاومات الفلمية المعدنية التي تمتاز بدقة عالية جداً وتحمل كبير لدرجات الحرارة والضوضاء ..

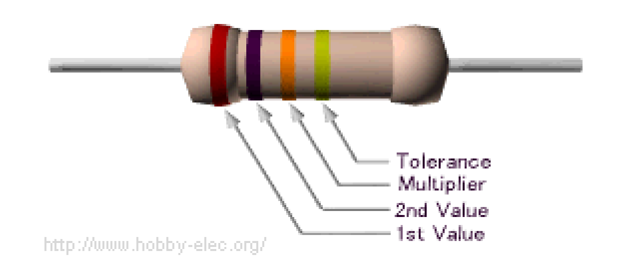


From the top of the photograph
1/8W (tolerance ±1%)
1/4W (tolerance ±1%)
1W (tolerance ±5%)
2W (tolerance ±5%)

Rough size		
Rating power (W)	Thickness (mm)	Length (mm)
1/8	2	3
1/4	2	6
1	3.5	12
2	5	15



من أجل التذكر لا أكثر:



Example 1

(Brown=1),(Black=0),(Orange=3)
10 x 1^{3} = 10k ohm
Tolerance(Gold) = ±5%



Example 2

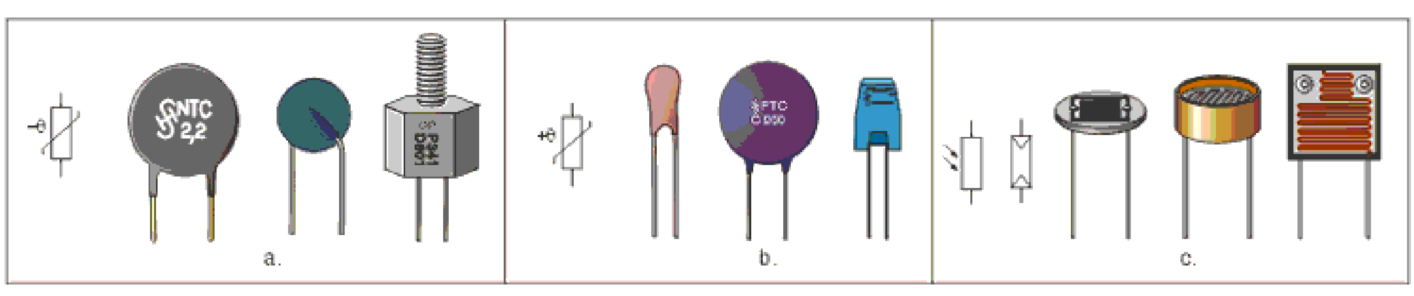
(Yellow=4),(Violet=7),(Black=0),(Red=2)
470 x 10^{2} = 47k ohm
Tolerance(Brown) = ±1%

silver ±10%, **gold** ±5%, **red** ±2%, **brown** ±1%, If no fourth band is shown the tolerance is ±20%.

The following shows all resistors from 1R to 22M:

1R0	10R	100R	1k0
1R2	12R	120R	1k2
1R5	15R	150R	1k5
1R8	18R	180R	1k8
2R2	22R	220R	2k2
2R7	27R	270R	2k7
3R3	33R	330R	3k3
3R9	39R	390R	3k9
4R7	47R	470R	4k7
5R6	56R	560R	5k6
6R8	68R	680R	6k8
8R2	82R	820R	8k2
10k	100k	1M0	10M
12k	120k	1M2	22M
15k	150k	1M5	
18k	180k	1M8	
22k	220k	2M2	0R1
27k	270k	2M7	
33k	330k	3M3	R22
39k	390k	3M9	
47k	470k	4M7	
56k	560k	5M6	
68k	680k	6M8	
82k	820k	8M2	

ملاحظة: المقاومات الغير خطية ..



Nonlinear resistors - a. NTC , b. PTC , c. LDR

لزيادة الثقة بالنفس ...

example 1 2 3 4 (tol) 1. 100 ohm , 5%	1 2 3 4 (tol) 2. 22000 ohm , 5%	1 2 3 4 3. 2200 ohm , 5%	1 2 3 4 4. 2700 ohm , 5%
1 2 3 4 5. 47 K ohm , 2%	1 2 3 4 (tol) 6. 470 K ohm , 5%	1 2 3 4 (tol) 7. 560 ohm , 5%	1 2 3 4 (tol) 8. 5600 ohm , 5%
1 2 3 4 (tol) 9. 330 K ohm , 5%	1 2 3 4 (tol) 10. 10 M ohm , 5%	1 2 3 4 (tol) 11. 39 M ohm , 5%	1 2 3 4 (tol) 12. 1 M ohm , 5%
1 2 3 4 (tol) 13. 860 ohm , 5%	1 2 3 4 (tol) 14. 10 ohm , 5%	1 2 3 4 (tol) 15. 1200 ohm , 1%	1 2 3 4 (tol) 16. 2200 ohm , 2%
1 2 3 4 (tol) 17. 75 ohm , 20%	1 2 3 4 (tol) 18. 100 K ohm , 5%	1 2 3 4 (tol) 19. 1000 ohm , 10%	1 2 3 4 (tol) 20. 27 M ohm , 20%
1 2 3 4 (tol) 21. 100 K ohm , 2%	1 2 3 4 22. 270 K ohm , 1%	1 2 3 4 23. 560 K ohm , 5%	1 2 3 4 5 24. 1940 ohm , 1%

وأخيراً وليس آخراً فإنك لن تجد مقاومة قيمتها مثلاً 225K !!؟ لأن الشركات المصنعة تصنع سلسلة من قيم محددة وهي التالي...

Standard Series Values (5%)

1.0	10	100	1.0K (1K0)	10K	100K	1.0M(1M0)	10M
1.1	11	110	1.1K (1K1)	11K	110K	1.1M(1M1)	11M
1.2	12	120	1.2K (1K2)	12K	120K	1.2M(1M2)	12M
1.3	13	130	1.3K (1K3)	13K	130K	1.3M(1M3)	13M
1.5	15	150	1.5K (1K5)	15K	150K	1.5M(1M5)	15M
1.6	16	160	1.6K (1K6)	16K	160K	1.6M(1M6)	16M
1.8	18	180	1.8K (1K8)	18K	180K	1.8M(1M8)	18M
2.0	20	200	2.0K (2K0)	20K	200K	2.0M(2M0)	20M
2.2	22	220	2.2K (2K2)	22K	220K	2.2M(2M2)	22M
2.4	24	240	2.4K (2K4)	24K	240K	2.4M(2M4)	
2.7	27	270	2.7K (2K7)	27K	270K	2.7M(2M7)	
3.0	30	300	3.0K (3K0)	30K	300K	3.0M(3M0)	
3.3	33	330	3.3K (3K3)	33K	330K	3.3M(3M3)	
3.6	36	360	3.6K (3K6)	36K	360K	3.6M(3M6)	
3.9	39	390	3.9K (3K9)	39K	390K	3.9M(3M9)	
4.3	43	430	4.3K (4K3)	43K	430K	4.3M(4M0)	
4.7	47	470	4.7K (4K7)	47K	470K	4.7M(4M7)	
5.1	51	510	5.1K (5K1)	51K	510K	5.1M(5M1)	
5.6	56	560	5.6K (5K6)	56K	560K	5.6M(5M6)	
6.2	62	620	6.2K (6K2)	62K	620K	6.2M(6M2)	
6.8	68	680	6.8K (6K8)	68K	680K	6.8M(6M8)	
7.5	75	750	7.5K (7K5)	75K	750K	7.5M(7M5)	
8.2	82	820	8.2K (8K2)	82K	820K	8.2M(8M2)	
9.1	91	910	9.1K (9K1)	91K	910K	9.1M(9M1)	

إن هذا الدرس الذي أرجوا أن يكون قد قدّم لكم الفائدة المرجوة هو تعريف نظري ومدخل عملي، جردته من الدارة العملية بداية، بهدف تبسيط الفكرة دون تعقيدها للمبتدأ، وسوف أتبعه لاحقاً بالدارات العملية البسيطة التي ترسخ الفكرة وتوضح مبدأ العمل.